

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



22 DEC 2004



(43) Date de la publication internationale
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/001887 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H01M 8/06**

St-Denis (FR). **MARCHAND, Marielle** [FR/FR]; 37, rue
du Général de Gaulle, F-91440 Bures sur Yvette (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/001935

(74) Mandataire : **MOREAU, Vincent**; Renault Technocentre,
S. 0267 - Tcr Ava 056, 1, avenue du Golf, F-78288 Guyan-
court (FR).

(22) Date de dépôt international : 24 juin 2003 (24.06.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(81) États désignés (*national*) : JP, US.

(26) Langue de publication :

français

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Données relatives à la priorité :

02/07800

24 juin 2002 (24.06.2002)

FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **RE-
NAULT s.a.s.** [FR/FR]; 13-15, quai Alphonse Le Gallo,
F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport*

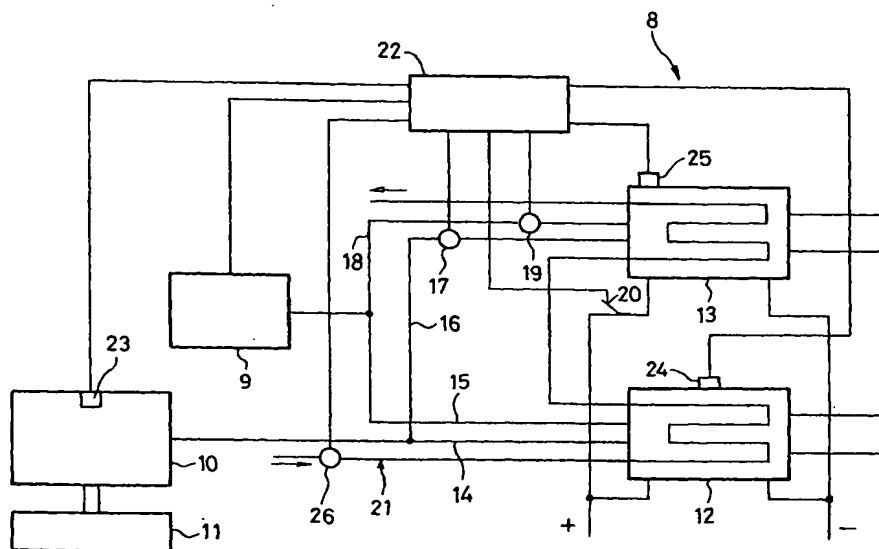
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **KERETLI,
Fahri** [FR/FR]; 8, rue Mme de Sévigné, F-78320 Le Mesnil

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.*

(54) Title: FUEL CELL START-UP METHOD, FUEL CELL SYSTEM AND VEHICLE EQUIPPED WITH SAME

(54) Titre : PROCEDE DE DEMARRAGE DE PILE A COMBUSTIBLE, SYSTEME DE PILE A COMBUSTIBLE, ET VEHI-
CULE AINSI EQUIPE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell start-up method, said fuel cell comprising numerous cells which are supplied by a reformer (10). According to the invention, when the reformer is cold, reformates are supplied to a first sub-assembly (12) of cells of the fuel cell and, when the reformer is hot, reformates are supplied to the first and second sub-assemblies of cells of the fuel cell. The cells belonging to the first sub-assembly are optimised in order to operate with a cold reformer and the cells belonging to the second sub-assembly (13) are optimised to operate with a hot reformer.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/001887 A2



(57) Abrégé : Procédé de démarrage d'une pile à combustible, comprenant une pluralité de cellules alimentées par un réformeur (10), dans lequel, le réformeur étant froid, on alimente en réformats un premier sous-ensemble (12) de cellules de la pile à combustible, puis, lorsque le réformeur est chaud, on alimente le premier et le deuxième sous-ensembles des cellules de la pile à combustible, les cellules du premier sous-ensemble étant optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur froid et les cellules du deuxième sous-ensemble (13) étant optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur chaud.

Procédé de démarrage de pile à combustible, système de pile à combustible, et véhicule ainsi équipé.

5 La présente invention concerne le domaine des piles à combustible et des systèmes de traction comprenant une pile à combustible.

 De façon classique, un système de pile à combustible avec reformage permet de générer une puissance électrique pour alimenter
10 un moteur électrique, par exemple pour la traction d'un véhicule.

 Le système comprend un réformeur, permettant de générer de l'hydrogène à partir d'un carburant, tel que de l'essence ou du méthanol stocké à bord du véhicule, une pile permettant de générer la puissance électrique à partir de l'hydrogène fourni par le réformeur et
15 de l'oxygène de l'air, et des équipements auxiliaires, notamment un compresseur d'air, et un circuit de refroidissement.

 La pile à combustible peut être constituée d'une pluralité de cellules connectées en série pour atteindre la tension de fonctionnement de la chaîne de traction du véhicule. Le dimensionnement des cellules est fait en fonction de la puissance
20 nominale de la chaîne de traction que l'on doit atteindre.

 Une cellule de pile à combustible comprend une plaque bipolaire et un assemblage électrodes-membrane. La cellule consomme de l'hydrogène pour former des protons et des électrons à l'anode. Les
25 protons sont transférés à un électrolyte à travers la membrane et les électrons sont transférés par les plaques bipolaires vers le circuit électrique de sortie de la pile. A la cathode, l'oxygène de l'air se combine avec les protons et les électrons pour former de l'eau.

 La plaque bipolaire doit assurer la distribution des réactifs de manière uniforme sur les électrodes, conduire les électrons, évacuer
30 l'eau produite lors de la réaction électro-chimique vers l'extérieur, évacuer la chaleur produite lors des réactions exothermiques et assurer l'étanchéité au gaz. Elle peut être réalisée en graphite, en polymère conducteur, en métal, etc. La plaque bipolaire peut être du type « à

canaux » ou du type « poreux ». La cathode et l'anode peuvent être fixées d'un côté et de l'autre de la membrane servant d'électrolyte. La membrane échangeuse de protons assure la circulation des protons de l'anode vers la cathode, et assure l'étanchéité aux gaz. Elle peut être
5 réalisée en matériau perfluoré sulfoné, de type NAFION, ACIPLEX, etc.

Les électrodes, anode et cathode, assurent l'apport des réactifs aux lieux des réactions, réalisent les réactions électro-chimiques et évacuent les produits de la réaction vers les plaques bipolaires. Les
10 électrodes peuvent être réalisées en un tissu de carbone, comprenant en outre un catalyseur pour les réactions, par exemple du platine, et des agents hydrophobes, comme le PTFE, pour évacuer l'eau. Les électrodes et la membrane sont intimement liées pour assurer le transfert d'un réactif d'un milieu à l'autre, par exemple par pressage à
15 chaud des électrodes sur la membrane, ou encore par dépôt direct des électrodes sur la membrane.

L'énergie chimique contenue dans les gaz et non transformée en électricité se retrouve sous forme de chaleur. Actuellement, les matériaux connus pour la membrane doivent être maintenus à une
20 température inférieure à 80°C. Il est donc nécessaire de prévoir un circuit de refroidissement. Une cellule de refroidissement peut être intercalée toutes les une à trois cellules. La cellule de refroidissement présente une forme semblable à celle d'une plaque bipolaire, mais sert à la circulation d'un fluide de refroidissement, comme de l'eau ou de
25 l'eau additionnée d'un produit anti-gel.

Les conditions les plus sévères de fonctionnement pour une pile dans une application automobile, ont lieu lors d'une phase de démarrage où la pile doit pouvoir produire de l'électricité le plus rapidement possible. Les matériaux subissent de ce fait des contraintes
30 sévères au niveau thermique, en raison du passage de la température ambiante à la température de fonctionnement en quelques minutes.

De plus, afin de monter la pile à combustible rapidement en température, les cellules doivent fonctionner à des tensions faibles pour générer une quantité de chaleur importante nécessaire à leur

montée en température, ce qui nécessite l'utilisation de matériaux robustes.

De plus, dans le cas de l'approvisionnement en hydrogène par un réformeur, les catalyseurs anodiques à base d'alliage de platine utilisés dans la pile sont très sensibles au monoxyde de carbone qui est un sous-produit des réactions de réformage.

Lors des phases de démarrage, le réformeur doit être mis en température et durant cette phase il produit une quantité plus importante de monoxyde de carbone que lors des phases de fonctionnement ultérieures.

Pour ces raisons, les piles à combustible sont généralement surdimensionnées, par exemple avec une quantité supplémentaire de catalyseurs dans les électrodes, ce qui en accroît sensiblement le coût.

Par ailleurs, afin d'améliorer le refroidissement de la pile à combustible, on souhaite augmenter la température de fonctionnement. Les matériaux envisagés pour une pile à combustible à haute température, ont une gamme de fonctionnement restreinte. Par exemple, le polybenzimidazole (PBI) possède une bonne conductivité ionique, uniquement à partir de 120°C, ce qui conduit à une augmentation de la durée de démarrage de la pile. Il faut en effet porter l'ensemble de la pile à combustible à cette température pour qu'elle puisse commencer à fournir l'électricité.

Les dynamiques très rapides imposées dans une application automobile nécessitent également de surdimensionner les piles à combustible, afin qu'elles puissent répondre rapidement à de brusques variations de puissance.

Le document WO 00/30200 (Ballard Power Systems) décrit un système de pile à combustible pourvu d'un réformeur. Lors d'une phase de démarrage, le carburant qui est utilisé pour alimenter le réformeur est dirigé vers au moins une portion des cellules de la pile à combustible. Les cellules de cette portion fournissent une puissance de sortie par oxydation directe du carburant, au moins jusqu'à ce que le réformeur soit opérationnel. On risque ainsi de dégrader rapidement

les cellules alimentées directement avec le carburant du réformeur tout en devant les construire de façon onéreuse.

L'invention se propose de résoudre ce problème.

5 L'invention propose un procédé de démarrage de pile à combustible rapide, économique et de faible nocivité pour la pile.

Le procédé de démarrage, selon un aspect de l'invention, est destiné à une pile à combustible comprenant une pluralité de cellules alimentées par un réformeur. Le réformeur étant froid, on alimente en réformat un premier sous-ensemble des cellules de la pile à
10 combustible. Puis, le réformeur étant chaud, on alimente le premier et le deuxième sous-ensembles des cellules de la pile à combustible, les cellules du premier sous-ensemble étant optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur froid et les cellules du deuxième sous-ensemble étant optimisées pour un fonctionnement avec un
15 réformeur chaud.

On entend par

. réformeur froid, un réformeur n'ayant pas atteint son régime de fonctionnement optimal, et par

. réformeur chaud, un réformeur ayant atteint son régime de
20 fonctionnement optimal.

On peut ainsi réaliser les cellules du deuxième sous-ensemble de façon optimisée pour un rendement élevé et un coût faible, ces cellules pouvant exiger des réformats riches en hydrogène. Et, on optimise l'aptitude des cellules du premier sous-ensemble à
25 fonctionner avec des réformats pauvres en hydrogène et susceptibles de contenir une notable proportion de monoxyde de carbone ou d'autres composés contenant, outre de l'hydrogène, de l'oxygène et/ou du carbone.

Un tel procédé permet de rendre rapidement opérationnelle une
30 pile à combustible, levant ainsi un obstacle très important à la commercialisation de véhicules équipés de piles à combustible, obstacle constitué par la durée que doit attendre le conducteur entre son action sur un bouton de démarrage et le moment où le véhicule est

réellement opérationnel, c'est-à-dire dispose de la puissance électrique suffisante pour pouvoir rouler dans des conditions convenables.

Dans un mode de réalisation de l'invention, les cellules du deuxième sous-ensemble sont alimentées lorsque lesdites cellules sont à une température de fonctionnement convenable. Si la température de fonctionnement n'est pas atteinte, les cellules du deuxième sous-ensemble ne sont pas alimentées. On peut ainsi réaliser les cellules du deuxième sous-ensemble avec des matériaux présentant des performances élevées, notamment de rendement, mais des exigences élevées en matière de plage de température de fonctionnement.

Avantageusement, un circuit de refroidissement, commun aux premier et deuxième sous-ensembles de cellules de pile à combustible, est activé lorsque la température du premier sous-ensemble des cellules atteint un seuil de température.

Dans une première phase, lors d'un démarrage à froid, le circuit de refroidissement est désactivé de façon que les cellules du premier sous-ensemble montent rapidement en température.

Puis, dans une deuxième phase, le circuit de refroidissement est activé de façon que le fluide de refroidissement circule entre les premier et deuxième sous-ensembles de cellules, de façon que la chaleur dégagée par les cellules du premier sous-ensemble serve à mettre en température les cellules du deuxième sous-ensemble.

Enfin, dans une troisième phase, lorsque la température des cellules du deuxième sous-ensemble atteint un seuil de température, le fluide de refroidissement du circuit de refroidissement circule dans les cellules des premier et deuxième sous-ensembles et dans un radiateur, permettant d'évacuer la chaleur produite vers l'extérieur.

La présente invention propose également un système de pile à combustible comprenant une pile à combustible pourvue d'une pluralité de cellules, et un réformeur apte à fournir de l'hydrogène à partir d'un carburant hydrocarboné.

Le système comprend un premier sous-ensemble de cellules optimisé pour un fonctionnement avec un réformeur froid et un deuxième sous-ensemble de cellules optimisé pour un fonctionnement

avec un réformeur chaud, et des moyens pour alimenter le deuxième sous-ensemble de cellules en fonction de la température du réformeur.

L'invention propose encore un système de pile à combustible comprenant une pile à combustible pourvue d'une pluralité de cellules, et un réformeur apte à fournir de l'hydrogène à partir d'un carburant hydrocarboné.

Le système comprend un premier sous-ensemble de cellules optimisé pour un fonctionnement à froid et un deuxième sous-ensemble de cellules optimisé pour un fonctionnement à chaud, et des moyens pour alimenter le deuxième sous-ensemble de cellules en fonction de leur température. On peut ainsi utiliser, pour le deuxième sous-ensemble de cellules, des matériaux à température de fonctionnement élevée, ce qui permet un refroidissement efficace.

On entend par

. fonctionnement à froid, le fonctionnement de la pile de la température ambiante à la température minimale du deuxième sous-ensemble et avec un gaz anodique pouvant être issu d'un réformeur froid, et par

. fonctionnement à chaud, le fonctionnement de la pile dans sa gamme de température idéale avec un gaz anodique issu d'un réformeur chaud.

Avantageusement, le système comprend un circuit de refroidissement commun aux premier et deuxième sous-ensembles de cellules, de façon que la chaleur dégagée par le premier sous-ensemble de cellules chauffe le deuxième sous-ensemble de cellules lorsque ce dernier est à l'arrêt.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le système comprend une vanne pilotée montée sur une conduite d'alimentation en réformat du deuxième sous-ensemble de cellules, une vanne pilotée montée sur une conduite d'alimentation en air du deuxième sous-ensemble de cellules, et un interrupteur électronique monté sur un conducteur de sortie du deuxième sous-ensemble de cellules.

On peut ainsi interrompre l'alimentation en réformat et en air du deuxième sous-ensemble de cellules, lorsque ces conditions de

fonctionnement ne sont pas réunies. On peut également isoler électriquement ledit deuxième sous-ensemble de cellules.

5 Dans un mode de réalisation de l'invention, le système comprend une unité centrale pourvue de moyens pour exécuter un logiciel, d'une mémoire et d'au moins un logiciel stocké dans la mémoire. Le logiciel comprend un module pour activer un circuit de refroidissement lorsque la température du premier sous-ensemble de cellules atteint un seuil de température.

10 On comprend que la décomposition de la pile à combustible en deux sous-ensembles comprenant des matériaux différents permet de diminuer le coût de la pile, car les contraintes au démarrage ne sont appliquées que sur l'un des sous-ensembles. Seul ce sous-ensemble doit comporter les matériaux les plus résistants au fonctionnement à froid dudit sous-ensemble et du réformeur.

15 Un autre intérêt de l'invention réside dans l'amélioration du rendement énergétique de la pile à combustible, car les cellules du deuxième sous-ensemble ne génèrent une puissance électrique que lorsqu'elles ont atteint leur plage optimale de température et donc avec un rendement élevé.

20 Un véhicule équipé d'un moteur électrique de traction et d'une pile à combustible apte à alimenter le moteur, présente une autonomie élevée avec une pollution fortement réduite et un démarrage rapide.

25 La présente invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une cellule à pile à combustible ; et

30 - la figure 2 est une vue schématique du système selon un aspect de l'invention.

Comme on peut le voir sur la figure 1, une cellule de pile à combustible comprend une membrane 1 remplissant la fonction d'électrolyte, une anode 2 disposée d'un côté de la membrane 1 et une cathode 3 disposée du côté opposé, une plaque 4 du côté de l'anode 2

opposé à la membrane 1 et une plaque 5 disposée du côté de la cathode 3 opposé à la plaque 1. La plaque 4 est pourvue de canaux 6 formant des rainures ouvertes du côté de l'anode 2. Il en est de même de la plaque 5 qui comprend des canaux 6 ouverts du côté de la cathode 3 et des canaux 7 ouverts du côté opposé qui peut être mis en contact avec l'anode d'une autre cellule.

Sur la figure 2, est illustré un système conforme à un aspect de l'invention. Le système comprend une pile à combustible 8, un compresseur d'air 9 et un réformeur 10 alimenté en carburant par un réservoir 11. La pile à combustible 8 comprend deux sous-ensembles 12 et 13. Chaque sous-ensemble 12, 13 comprend une ou plusieurs cellules telles que décrites ci-dessus. Une conduite 14 est montée entre la sortie du réformeur 10 et l'entrée du sous-ensemble 12 pour alimenter ledit sous-ensemble 12 en réformat. On entend ici par « réformat », les composés chimiques produits par le réformeur, qui comprennent de l'hydrogène dont il est souhaitable que la proportion soit la plus élevée possible, du monoxyde de carbone dont il est souhaitable que la proportion soit la plus faible possible mais qui augmente généralement lorsque le réformeur n'a pas atteint sa température de fonctionnement idéale ou bien lors de phases transitoires, et éventuellement d'autres composés comprenant de l'hydrogène, de l'oxygène et/ou du carbone.

Une conduite 15 est montée entre la sortie du compresseur d'air 9 et le sous-ensemble 12. Une conduite 16 est montée en dérivation de la conduite 14 et débouche dans le sous-ensemble 13. Une vanne pilotée 17 est montée sur la conduite 16. De même, une conduite 18 équipée d'une vanne pilotée 19 est montée en dérivation de la conduite d'air 15 et débouche dans le sous-ensemble 13. Les sorties électriques des sous-ensembles 12 et 13 sont connectées en parallèle, un interrupteur électronique 20 étant toutefois monté sur l'une des sorties électriques du sous-ensemble 13 de façon qu'on puisse l'isoler électriquement.

Un circuit de refroidissement 21 est prévu, qui comprend une conduite qui passe par les sous-ensembles 12 et 13 pour assurer le

refroidissement et une vanne pilotée 26, le fluide de refroidissement passant d'abord par le sous-ensemble 12 puis par le sous-ensemble 13. Le système comprend encore une unité centrale 22 apte à commander les autres éléments, notamment le compresseur 9, et les vannes pilotées 17, 19 et 26. L'interrupteur 20 est relié à un capteur de température 23 du réformeur 10, un capteur de température 24 du sous-ensemble 12 et un capteur de température 25 du sous-ensemble 13.

Le sous-ensemble 12 est optimisé pour supporter, d'une part, un fonctionnement à faible température et, d'autre part, une alimentation pauvre en hydrogène, c'est-à-dire avec des réformats riches en monoxyde de carbone provenant du réformeur 10, lui-même à basse température.

Les cellules du sous-ensemble 12 sont donc prévues avec une quantité de catalyseurs, par exemple du platine ou de l'alliage de platine, plus élevée que les cellules du sous-ensemble 13 et les catalyseurs adaptés à l'empoisonnement au monoxyde de carbone, une membrane dont la conductivité est suffisante à basse température pour fournir une puissance électrique suffisante dès le démarrage et enfin une membrane suffisamment épaisse.

Le sous-ensemble 13 fonctionnera lorsqu'il aura atteint sa température de fonctionnement et lorsque le réformeur délivrera un réformat avec un taux de monoxyde de carbone suffisamment faible.

Les cellules du sous-ensemble 13 peuvent donc être prévues avec une quantité de catalyseurs plus faible, les catalyseurs adaptés au taux de monoxyde de carbone des réformats fourni par le réformeur en fonctionnement continu, une membrane possédant une excellente conductivité ionique à sa température de fonctionnement en continu, et enfin une membrane de faible épaisseur.

A la mise en route d'un véhicule équipé d'un tel système, une procédure de mise en température du réformeur est activée, par exemple grâce à un brûleur de carburant intégré au réformeur. Habituellement, le réformeur ne commence à produire de l'hydrogène qu'une fois qu'il a atteint sa température de fonctionnement, typiquement 800°C.

Toutefois, la production d'hydrogène peut commencer à une température nettement plus faible, de l'ordre de 600 à 700°C, mais avec des réformats contenant un taux de monoxyde de carbone élevé, incompatible avec les cellules du sous-ensemble 13, mais compatible avec les cellules du sous-ensemble 12. Le réformat ainsi produit, riche en monoxyde de carbone, est envoyé aux cellules du sous-ensemble 12, la vanne 17 étant fermée. On notera également que la vanne 19 est fermée et que l'interrupteur 20 est ouvert. Ainsi, seul le sous-ensemble 12 est alimenté en hydrogène et en air et génère de l'énergie électrique. Les pertes thermiques dues à la génération électrique portent le sous-ensemble 12 de la température ambiante à sa plage de température optimale de fonctionnement.

Le circuit de refroidissement 21 est inactif, pompe 26 arrêtée, tant qu'une température inférieure à un premier seuil, par exemple 80°C, n'est pas atteinte par le sous-ensemble 12 dont la température est mesurée par le capteur 24. Dès que le capteur de température 24 mesure une température supérieure au premier seuil, l'unité centrale 22 commande la mise en fonctionnement de la pompe 26 qui fait circuler un fluide de refroidissement dans les sous-ensembles 12 et 13. Un transfert de chaleur se fait du sous-ensemble 12 vers le sous-ensemble 13 qui s'échauffe progressivement.

Lorsque le capteur de température 25 du sous-ensemble 13 détecte une température supérieure à un deuxième seuil, qui peut être un seuil supérieur au premier seuil utilisé pour le sous-ensemble 12, par exemple 120°C, et lorsque le capteur de température 23 du réformeur 10 détecte une température supérieure à un troisième seuil, par exemple 800°C, l'unité centrale 22 commande l'ouverture des vannes pilotées 17 et 19. La condition de température sur le réformeur 10 garantit un réformat dont la concentration en monoxyde de carbone est compatible avec le sous-ensemble 13 et la condition de température sur le sous-ensemble 13 garantit un bon rendement énergétique de ce dernier. L'interrupteur 20 est fermé. Le sous-ensemble 13 est alimenté en carburant et comburant et connecté au réseau électrique de puissance.

Si la consommation énergétique de la chaîne de traction, non représentée, est supérieure à la puissance électrique générée par le sous-ensemble 13 durant la phase de mise en température, un complément de puissance peut être fourni par une batterie, non représentée.

La constitution de la pile à combustible en deux sous-ensembles de caractéristiques différentes et comportant des matériaux différents, permet de diminuer le coût global de la pile car les exigences dues au démarrage ne sont appliquées que sur l'un des sous-ensembles, l'autre sous-ensemble pouvant être de construction moins robuste et incorporé de moins grande quantité de catalyseurs.

Bien entendu, la pile peut également être décomposée en un plus grand nombre de sous-ensembles, par exemple trois ou quatre, qui pourraient être mis en fonctionnement les uns après les autres selon la composition du réformat délivrée par le réformeur.

L'invention permet également une grande modularité dans la disposition des cellules de la pile à combustible, et permet surtout un démarrage rapide du véhicule équipé d'une telle pile à combustible, ce qui accroît fortement l'agrément d'utilisation d'un tel véhicule et peut faciliter sa commercialisation.

Enfin, l'invention permet une amélioration du rendement énergétique de la pile, car le deuxième sous-ensemble ne génère d'énergie électrique que lorsqu'il a atteint sa plage optimale de température dans laquelle il présente un rendement élevé.

REVENDICATIONS

1-Procédé de démarrage d'une pile à combustible, comprenant une pluralité de cellules alimentées par un réformeur (10), dans lequel, le réformeur étant froid, on alimente en réformats un premier sous-ensemble (12) de cellules de la pile à combustible, puis, lorsque le réformeur est chaud, on alimente le premier et le deuxième sous-ensembles des cellules de la pile à combustible, les cellules du premier sous-ensemble étant optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur froid et les cellules du deuxième sous-ensemble (13) étant optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur chaud.

2-Procédé selon la revendication 1, dans lequel les cellules du deuxième sous-ensemble sont alimentées lorsque lesdites cellules sont à une température de fonctionnement convenable.

3-Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel un circuit de refroidissement (21), commun aux premier et deuxième sous-ensembles de cellules de pile à combustible, est activé lorsque la température du premier sous-ensemble des cellules atteint un seuil de température.

4-Système de pile à combustible, comprenant une pile à combustible (8) pourvue d'une pluralité de cellules, et un réformeur (10) apte à fournir de l'hydrogène à partir d'un carburant hydrocarboné, caractérisé par le fait qu'il comprend un premier sous-ensemble (12) de cellules optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur froid et un deuxième sous-ensemble (13) de cellules optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur chaud, et des moyens pour alimenter le deuxième sous-ensemble de cellules en fonction de la température du réformeur.

5-Système selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens pour alimenter le deuxième sous-ensemble de cellules en fonction de la température dudit deuxième sous-ensemble.

6-Système selon la revendication 4 ou 5, caractérisé par le fait qu'il comprend un circuit de refroidissement (21) commun aux premier et deuxième sous-ensembles de cellules, de façon que la chaleur

dégagée par le premier sous-ensemble (12) de cellules chauffe le deuxième sous-ensemble (13) de cellules, lorsque ce dernier est à l'arrêt.

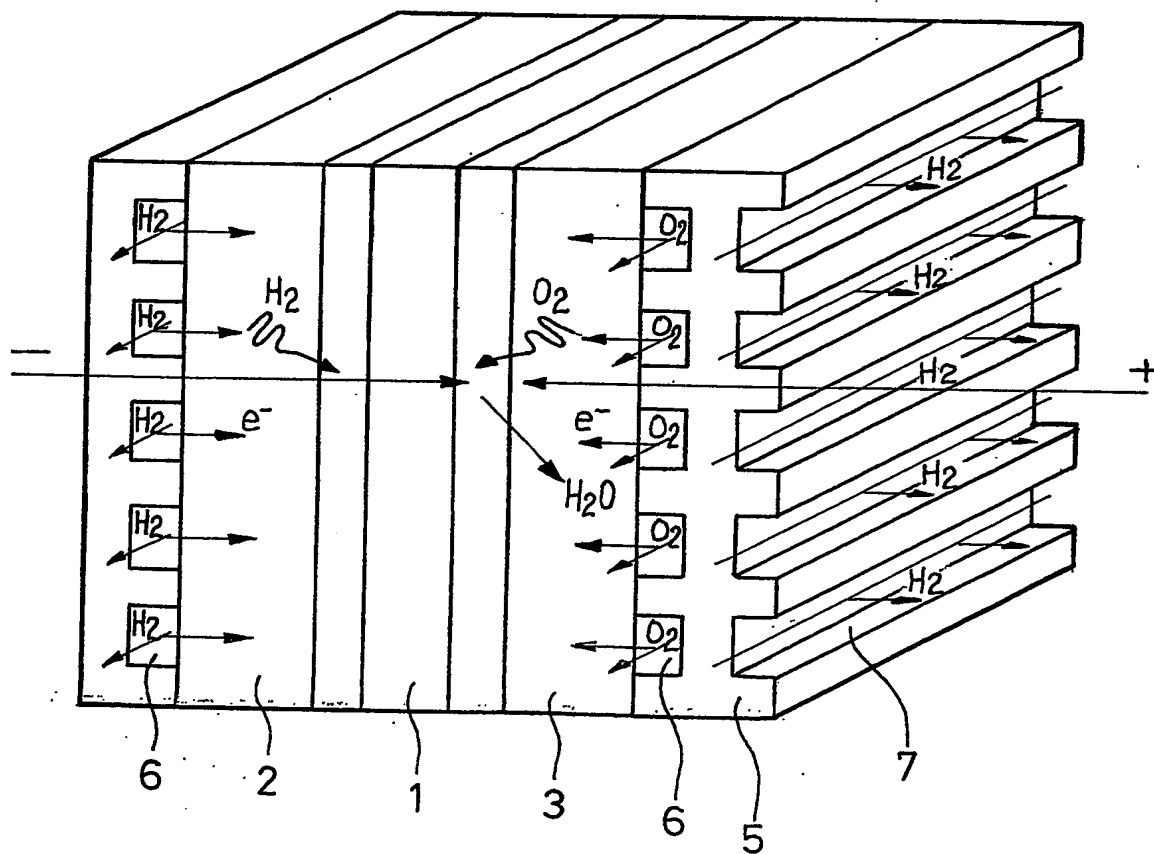
5 7-Système selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait qu'il comprend une vanne pilotée (17) montée sur une conduite d'alimentation en réformats du deuxième sous-ensemble de cellules, une vanne pilotée (19) montée sur une conduite d'alimentation en air du deuxième sous-ensemble de cellules, et un interrupteur électronique (20) monté sur un conducteur de sortie du
10 deuxième sous-ensemble de cellules.

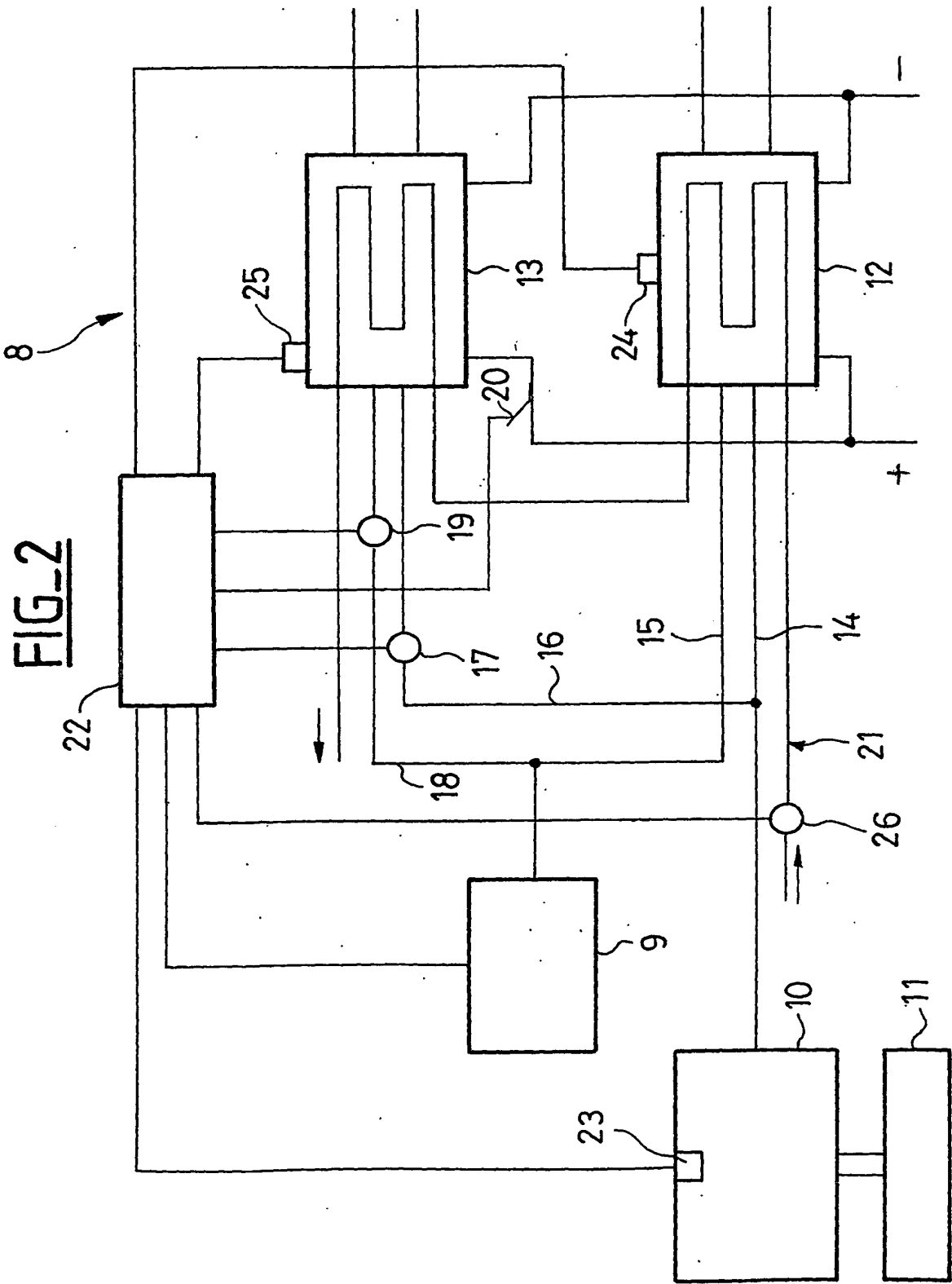
8-Système selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé par le fait qu'il comprend une unité centrale (22) comprenant des moyens pour exécuter un logiciel, une mémoire et au moins un logiciel stocké dans la mémoire, le logiciel comprenant un
15 module pour activer un circuit de refroidissement (21) lorsque la température du premier sous-ensemble de cellules atteint un seuil de température.

9-Véhicule comprenant une chaîne de traction à moteur électrique et un système de pile à combustible, selon l'une quelconque
20 des revendications 4 à 8.

1/2

FIG_1





(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



22 DEC 2004



(43) Date de la publication internationale
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/001887 A3

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H01M 8/06**,
8/04, B60L 11/18

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/001935

(22) Date de dépôt international : 24 juin 2003 (24.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/07800 24 juin 2002 (24.06.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : RE-
NAULT s.a.s. [FR/FR]; 13-15, quai Alphonse Le Gallo,
F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : KERETLI,

Fahri [FR/FR]; 8, rue Mme de Sévigné, F-78320 Le Mesnil
St-Denis (FR). MARCHAND, Marielle [FR/FR]; 37, rue
du Général de Gaulle, F-91440 Bures sur Yvette (FR).

(74) Mandataire : MOREAU, Vincent; Renault Technocentre,
S. 0267 - Tcr Ava 056, 1, avenue du Golf, F-78288 Guyan-
court (FR).

(81) États désignés (national) : JP, US.

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Publiée :

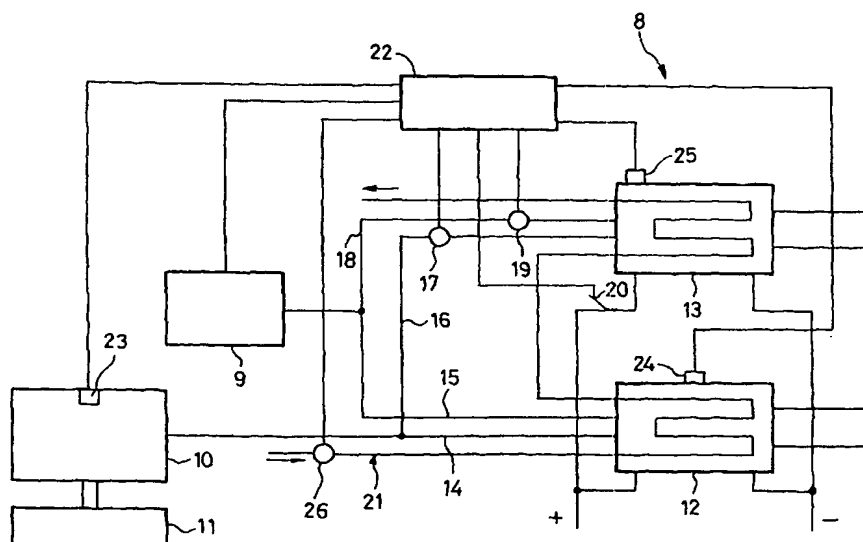
— avec rapport de recherche internationale

(88) Date de publication du rapport de recherche
internationale: 3 février 2005

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: FUEL CELL START-UP METHOD, FUEL CELL SYSTEM AND VEHICLE EQUIPPED WITH SAME

(54) Titre : PROCÉDE DE DEMARRAGE DE PILE A COMBUSTIBLE, SYSTÈME DE PILE A COMBUSTIBLE, ET VEHICULE AINSI ÉQUIPE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell start-up method, said fuel cell comprising numerous cells which are supplied by a reformer (10). According to the invention, when the reformer is cold, reformates are supplied to a first sub-assembly (12) of cells of the fuel cell and, when the reformer is hot, reformates are supplied to the first and second sub-assemblies of cells of the fuel cell. The cells belonging to the first sub-assembly are optimised in order to operate with a cold reformer and the cells belonging to the second sub-assembly (13) are optimised to operate with a hot reformer.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/001887 A3



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Procédé de démarrage d'une pile à combustible, comprenant une pluralité de cellules alimentées par un réformeur (10), dans lequel, le réformeur étant froid, on alimente en réformats un premier sous-ensemble (12) de cellules de la pile à combustible, puis, lorsque le réformeur est chaud, on alimente le premier et le deuxième sous-ensembles des cellules de la pile à combustible, les cellules du premier sous-ensemble étant optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur froid et les cellules du deuxième sous-ensemble (13) étant optimisées pour un fonctionnement avec un réformeur chaud.

PCT/FR 03/01935

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01M8/06 H01M8/04 B60L11/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01M C01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00/30200 A (BALLARD POWER SYSTEMS ;WILKINSON DAVID P (CA); COLBOW KEVIN M (CA)) 25 May 2000 (2000-05-25) cited in the application page 4, line 23 - page 5, line 11 page 5, line 19 - page 6, line 28 page 8, line 4 - page 9, line 3	1,2,4,5, 7,9
A	DE 100 10 068 A (XCELLSIS GMBH) 13 September 2001 (2001-09-13) column 2, line 46 - line 50 column 3, line 28 - column 5, line 20 ----- -/--	1,4,9



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 November 2004

Date of mailing of the international search report

18/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gamez, A

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30 November 1995 (1995-11-30) & JP 07 169490 A (TOSHIBA CORP), 4 July 1995 (1995-07-04) abstract	1,4,9
P,A	----- WO 02/055433 A (EMITEC EMISSIONSTECHNIK ;BRUECK ROLF (DE); ZIMMERMANN JOERG (DE)) 18 July 2002 (2002-07-18) the whole document	1,4,9
P,A	----- FR 2 829 296 A (RENAULT) 7 March 2003 (2003-03-07) the whole document -----	1-9

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

SEE ANNEXE
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box I.2

Claims: -

The current claims 1 to 9 concern a device and a method which are defined with reference to a desirable characteristic or property, i.e. a hot or cold reformer and a suitable operating temperature for the second subassembly. The claims encompass all devices/methods displaying this characteristic or property, whereas the application provides support (*CPI Article L.612-6*) and/or the requisite disclosure (*CPI Article L.612-5*) for only a very limited number of these methods or devices. In the present case the claims lack the proper support and the application lacks the requisite disclosure to such an extent that it appears impossible to carry out a meaningful search covering the entire range of protection sought. Moreover, the claims also lack clarity since they attempt to define the device/method by the result to be attained. This lack of clarity is also such that it is impossible to carry out a meaningful search covering the entire range of protection sought. Therefore the search was carried out only for the parts of the claims whose subject matter appears to be clear, supported and adequately disclosed in the above sense, that is, the parts concerning the methods/devices described on page 4, and more specifically on pages 9 and 10, with a "hot" reformer operating temperature of 800 °C and the cold reformer temperature being between 600 and 700 °C. The same applies to the operating temperature of the second subassembly (120 °C).

The applicant's attention is drawn to the fact that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). The applicant is advised that EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case, irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure. If the application proceeds into the regional phase before the EPO, the applicant is reminded that a search may be carried out during examination before the EPO (see EPO Guideline C-VI, 8.5), provided the problems which led to the Article 17(2) declaration are overcome.

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0030200	A	25-05-2000	US 6410175 B1	25-06-2002
			AT 217122 T	15-05-2002
			AT 224104 T	15-09-2002
			AU 751479 B2	15-08-2002
			AU 1023400 A	05-06-2000
			AU 739786 B2	18-10-2001
			AU 2604799 A	15-09-1999
			CA 2315325 A1	02-09-1999
			CA 2349206 A1	25-05-2000
			WO 9944253 A1	02-09-1999
			WO 0030200 A1	25-05-2000
			DE 69901386 D1	06-06-2002
			DE 69901386 T2	14-11-2002
			DE 69902946 D1	17-10-2002
			DE 69902946 T2	16-01-2003
			EP 1060535 A1	20-12-2000
			EP 1147567 A1	24-10-2001
			JP 2002505511 T	19-02-2002
			JP 2002530817 T	17-09-2002
DE 10010068	A	13-09-2001	DE 10010068 A1	13-09-2001
			US 2001028969 A1	11-10-2001
JP 07169490	A	04-07-1995	NONE	
WO 02055433	A	18-07-2002	DE 10101097 A1	25-07-2002
			DE 10290058 D2	15-04-2004
			WO 02055433 A2	18-07-2002
FR 2829296	A	07-03-2003	FR 2829296 A1	07-03-2003
			CA 2459814 A1	13-03-2003
			EP 1423886 A2	02-06-2004
			WO 03021704 A2	13-03-2003

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01M8/06 H01M8/04 B60L11/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01M C01B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 00/30200 A (BALLARD POWER SYSTEMS ;WILKINSON DAVID P (CA); COLBOW KEVIN M (CA)) 25 mai 2000 (2000-05-25) cité dans la demande page 4, ligne 23 - page 5, ligne 11 page 5, ligne 19 - page 6, ligne 28 page 8, ligne 4 - page 9, ligne 3 -----	1, 2, 4, 5, 7, 9
A	DE 100 10 068 A (XCELLSIS GMBH) 13 septembre 2001 (2001-09-13) colonne 2, ligne 46 - ligne 50 colonne 3, ligne 28 - colonne 5, ligne 20 ----- -/--	1, 4, 9



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 novembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/11/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gamez, A

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30 novembre 1995 (1995-11-30) & JP 07 169490 A (TOSHIBA CORP), 4 juillet 1995 (1995-07-04) abrégé	1,4,9
P,A	----- WO 02/055433 A (EMITEC EMISSIONSTECHNIK ;BRUECK ROLF (DE); ZIMMERMANN JOERG (DE)) 18 juillet 2002 (2002-07-18) le document en entier	1,4,9
P,A	----- FR 2 829 296 A (RENAULT) 7 mars 2003 (2003-03-07) le document en entier	1-9

Cadre I Observations – lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 1 de la première feuille)

Conformément à l'article 17.2)a), certaines revendications n'ont pas fait l'objet d'une recherche pour les motifs suivants:

1. ☐ Les revendications n^{os} — se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir:
2. ☒ Les revendications n^{os} — se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier:
voir FEUILLE ANNEXÉE PCT/ISA/210
3. ☐ Les revendications n^{os} — sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

Cadre II Observations – lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 2 de la première feuille)

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir:

1. ☐ Comme toutes les taxes additionnelles ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
2. ☐ Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêtaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, l'administration n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.
3. ☐ Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir les revendications n^{os} —
4. ☐ Aucune taxe additionnelle demandée n'a été payée dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est couverte par les revendications n^{os} —

Remarque quant à la réserve

- ☐ Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant.
- ☐ Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR PCT/ISA/ 210

Suite du cadre I.2

Revendications nos.: -

Les revendications 1-9 présentes ont trait à un dispositif et une méthode définis en faisant référence à une caractéristique ou propriété souhaitable, à savoir réformeur chaud ou froid ainsi qu'une température du deuxième sous-ensemble de fonctionnement convenable.

Les revendications couvrent tous les dispositifs/méthodes présentant cette caractéristique ou propriété, alors que la demande ne fournit un fondement au sens de l'Article L.612-6 CPI et/ou un exposé au sens de l'Article L.612-5 CPI que pour un nombre très limité de tels méthodes/dispositifs. Dans le cas présent, les revendications manquent de fondement et la demande manque d'exposé à un point tel qu'une recherche significative sur tout le spectre couvert par les revendications est impossible. Indépendamment des raisons évoquées ci-dessus, les revendications manquent aussi de clarté. En effet, on a cherché à définir le dispositif/méthode au moyen du résultat à atteindre. Ce manque de clarté est, dans le cas présent, de nouveau tel qu'une recherche significative sur tout le spectre couvert par les revendications est impossible. En conséquence, la recherche n'a été effectuée que pour les parties des revendications dont l'objet apparaît être clair, fondé et suffisamment exposé, à savoir les parties concernant les méthodes/dispositifs décrits page 4 mais plus précisément page 9 et 10 avec une température de fonctionnement du réformeur "chaud" de 800°C et la température du réformeur froid étant comprise entre 600 et 700°C. Il en est de même pour la température de fonctionnement du deuxième sous-ensemble (120°C)

L'attention du déposant est attirée sur le fait que les revendications ayant trait aux inventions pour lesquelles aucun rapport de recherche n'a été établi ne peuvent faire obligatoirement l'objet d'un rapport préliminaire d'examen (Règle 66.1(e) PCT). Le déposant est averti que la ligne de conduite adoptée par l'OEB agissant en qualité d'administration chargée de l'examen préliminaire international est, normalement, de ne pas procéder à un examen préliminaire sur un sujet n'ayant pas fait l'objet d'une recherche. Cette attitude restera inchangée, indépendamment du fait que les revendications aient ou n'aient pas été modifiées, soit après la réception du rapport de recherche, soit pendant une quelconque procédure sous le Chapitre II. Si la demande devait être poursuivie dans la phase régionale devant l'OEB, il est rappelé au déposant qu'une recherche pourrait être effectuée durant la procédure d'examen devant l'OEB (voir Directive OEB C-VI, 8.5) à condition que les problèmes ayant conduit à la déclaration conformément à l'Article 17(2) PCT aient été résolus.

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0030200	A	25-05-2000	US 6410175 B1	25-06-2002
			AT 217122 T	15-05-2002
			AT 224104 T	15-09-2002
			AU 751479 B2	15-08-2002
			AU 1023400 A	05-06-2000
			AU 739786 B2	18-10-2001
			AU 2604799 A	15-09-1999
			CA 2315325 A1	02-09-1999
			CA 2349206 A1	25-05-2000
			WO 9944253 A1	02-09-1999
			WO 0030200 A1	25-05-2000
			DE 69901386 D1	06-06-2002
			DE 69901386 T2	14-11-2002
			DE 69902946 D1	17-10-2002
			DE 69902946 T2	16-01-2003
			EP 1060535 A1	20-12-2000
			EP 1147567 A1	24-10-2001
			JP 2002505511 T	19-02-2002
			JP 2002530817 T	17-09-2002
DE 10010068	A	13-09-2001	DE 10010068 A1	13-09-2001
			US 2001028969 A1	11-10-2001
JP 07169490	A	04-07-1995	AUCUN	
WO 02055433	A	18-07-2002	DE 10101097 A1	25-07-2002
			DE 10290058 D2	15-04-2004
			WO 02055433 A2	18-07-2002
FR 2829296	A	07-03-2003	FR 2829296 A1	07-03-2003
			CA 2459814 A1	13-03-2003
			EP 1423886 A2	02-06-2004
			WO 03021704 A2	13-03-2003